

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 06242840 A

(43) Date of publication of application: 02 . 09 . 94

(51) Int. Cl

G05D 23/22

H01L 21/26

H01L 21/324

(21) Application number: 05030115

(22) Date of filing: 19 . 02 . 93

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: OYU SHIZUNORI  
KAWAMOTO YOSHIFUMI  
HOZAWA KAZUYUKI

(54) SHEET TYPE HEAT TREATMENT PROCESSOR  
AND HEAT TREATMENT TEMPERATURE  
MONITORING METHOD

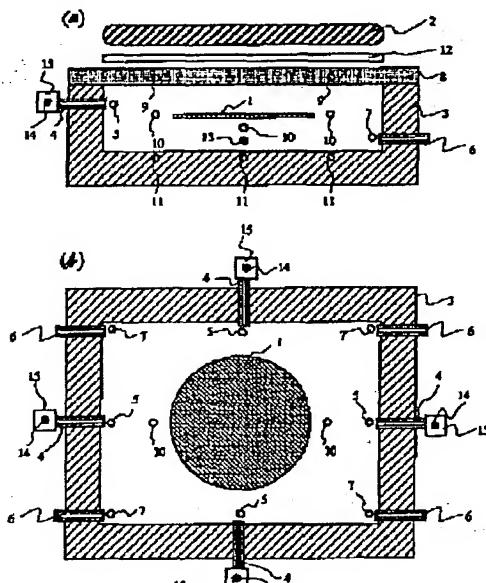
(57) Abstract:

PURPOSE: To accurately monitor temperature without being affected by the actual structure and the state of film composition of a substrate to be heat-treated and to uniformize heat treatment temperature distribution by installing plural temperature measuring terminals for the substrate to be heat-treated at a part not brought into contact with the substrate.

CONSTITUTION: The temperature measuring terminals 4, 5, 7, 9, 10, and 11 installed at the part not being brought into contact with the substrate 1 to be heat-treated monitor the heat treatment temperature of the substrate 1. Since those terminals 4, 5, 7, 9, 10, and 11 are not brought into contact with the substrate 1 to be heat-treated, the temperature can be accurately monitored without being affected by the structure of the substrate 1 or the state of film composition. In such a way, the neighborhood 5 of the heat treatment atmosphere introduction part 4 of a sheet type heat treatment container 3, the neighborhood 7 of the heat treatment atmosphere exhaustion part 6 of the container 3, and the middle part 9 of an energy introduction part 8 between a heat source 2 and the substrate 1 to be heat-treated can be monitored. Also, the prescribed parts 10, 11 of the

container 3 can be monitored. Energy from the heat source 2 can be FB-controlled by processing the temperature change of the parts 5, 7, 9, 10, and 11 by a computer.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio





(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-242840

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup> G 0 5 D 23/22 H 0 1 L 21/26 21/324	識別記号 A 9132-3H L 8617-4M D 8617-4M	府内整理番号 F I	技術表示箇所
--	---	---------------	--------

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-30115

(22)出願日 平成5年(1993)2月19日

(71)出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 大湯 静憲  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 川本 佳史  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 朴澤 一幸  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

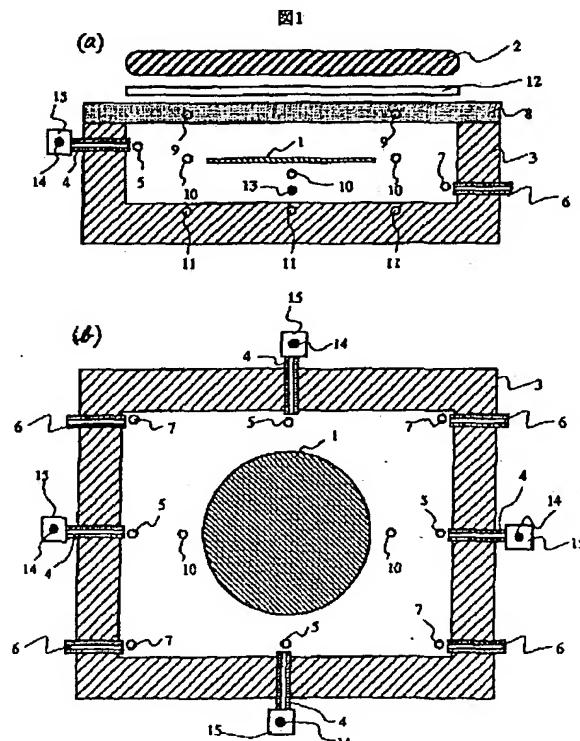
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

## (54)【発明の名称】 枚葉式熱処理装置および熱処理温度モニタ方法

## (57)【要約】

【構成】被熱処理基板1の熱処理温度をモニタする温度測定端子5, 7, 9, 10, 11が被熱処理基板1に接しない部分に複数箇所設置され、それぞれの箇所の温度変化を計算機処理して実際の熱処理温度とし、その温度をフィードバックして加熱源2からのエネルギーを制御する。また、エネルギー透過率を変えたエネルギー導入部8を設ける。

【効果】実際の被熱処理基板の構造や膜構成の状態に左右されずに正確な温度モニタが可能になり、従来に比べて均一かつ熱処理の高精度化ができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被熱処理基板の熱処理温度をモニタする測定端子を被熱処理基板に接しない部分に複数箇所設置し、それぞれの個所の温度変化を計算機処理して実際の熱処理温度とし、その温度をフィードバックして加熱源からのエネルギーを制御することを特徴とする熱処理温度モニタ方法。

【請求項2】請求項1において、熱処理温度をモニタする温度測定端子の設置箇所が、枚葉式熱処理容器の熱処理雰囲気導入箇所、上記容器の熱処理雰囲気排気箇所、加熱源と被熱処理基板との間に構成されるエネルギー導入部、上記容器の所定の箇所、および、上記容器内の所定の箇所の何れかから選ばれる熱処理温度モニタ方法。

【請求項3】請求項1において、上記それぞれの温度測定端子の設置箇所の温度変化に加えて、上記容器内の圧力および雰囲気の種類および流量をも考慮にいれて実際の熱処理温度を計算機処理する熱処理温度モニタ方法。

【請求項4】請求項1、2または3において、上記被熱処理基板の温度をモニタする枚葉式熱処理装置。

【請求項5】請求項1において、上記被熱処理基板の温度モニタを行う際、被熱処理基板内の温度分布を均一にするために、加熱源からのエネルギー分布を補正するための上記エネルギー導入部のエネルギー導入分布の制御を、エネルギー透過率を変えたエネルギー導入部とする枚葉式熱処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、種々の工程を経て種々の膜および構造を有する被熱処理基板の熱処理温度をモニタできる熱処理温度モニタ方法および枚葉式熱処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の枚葉式熱処理装置は、特開昭63-170916号、特開平2-63294号、特開平2-178928号、特開平2-39525号、特開昭59-121832号、特開平2-249227号公報に記載のように、また、米国A G社製ハロゲンランプアニール装置(HEAT-PULS)や米国P E A K社製アークランプアニール装置(ALPシリーズ)等のように、加熱源としてランプやカーボンヒータを用いて被熱処理基板を熱処理するような構造となっていた。

【0003】このような熱処理装置での温度モニタ方法は、従来、ランプ加熱源の場合、(1)被熱処理基板近傍の珪素片に埋め込まれた熱電対を用いたり、(2)被熱処理基板の表面または裏面から放射される赤外光を赤外放射温度計でモニタする方法を用いたり、さらに、

(3)被熱処理基板の表面または裏面に接触するような熱電対を用いたりしている。

【0004】また、最近では、(4)被熱処理基板の表面または裏面からのある波長の赤外線の放射率を補正し

た上で別の波長の赤外光を赤外放射温度計でモニタする方法の他に、(5)被熱処理基板の熱膨張をモニタして温度を測定する方法や(6)被熱処理基板に接触した二つの端子間での伝搬波の速度をモニタする方法などが提案されている。尚、これらの温度モニタは、被熱処理基板の1点モニタあるいは設定された領域の平均的な部分のモニタとなっている。

【0005】一方、カーボンヒータ加熱を用いた場合の温度モニタ方式は、(7)カーボンヒータの温度そのものをモニタして、被熱処理基板の温度はモニタしていない。

【0006】また、従来の枚葉式熱処理装置での被熱処理基板内の処理温度均一性を向上する方法は、主に被熱処理基板の周辺からの熱放散の影響を補正するようにしている。例えば、(8)加熱源であるランプ光強度を周辺で大きくする方法や(9)周辺に補助加熱源を設ける方法がある。

【0007】被熱処理基板周辺のランプ光強度を大きくする方法には、(10)ランプを各領域に分けて配置して周辺に近いランプの光エネルギーを大きくする方法や、(11)被熱処理基板とランプとの間に設けた石英製の窓に光散乱用のけがき線を設けて基板中心付近で光散乱を多くする方法などがある。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の温度モニタ方法では、以下のような問題がある。すなわち、まず、(1)の方法では、実際の被熱処理基板と珪素片との大きさや基板表面および裏面に形成された種々の膜の有無により、同じ加熱エネルギーを供給しても到達温度が異なるため温度上昇速度などが異なり正確な温度制御が困難である。また、(2)の方法では、モニタする面の状態が種々の膜によって変化すると、正確な温度モニタができなくなってしまう。このようなモニタ面の赤外線放射率の差を補正する目的で、(4)のように2波長の赤外線を用いて温度モニタする方法が提案されているが、非常に高精度の赤外線放射率補正が必要となるため、提案されてからかなりの年数を経ても実現されていないのが現状である。

【0009】このような、赤外線放射率によって温度モニタする方法では、上記のような問題の他に、実際の被熱処理基板には種々の構造や種々の膜形成があるため、温度によって上記被熱処理基板が変形して温度モニタする領域に傾きが生じて、赤外線モニタの光学軸からずれてしまい正確な赤外線放射率補正が不可能になるという問題もある。

【0010】次に、(3)の方法では、熱電対と被熱処理基板との接触が常に同じにならないと正確な温度を計測することができない。例えば、実際の被熱処理基板には種々の構造や種々の膜形成があるため、温度によって上記基板が反り量が異なり、温度によって上記接触の状

3

態が変化してしまう。さらに、(5)、(6)の方法でも、実際の被熱処理基板に種々の構造や種々の膜形成があるが故の基板の変形や反りを生じると、正確な熱膨張の様子や伝搬波の速度を正確にモニタできなくなる。なお、(7)の方法では、被熱処理基板の正確な温度把握ができないことは自明である。

【0011】このように、従来の温度モニタ方法では、実際の被熱処理基板の構造や膜構成の状態によって正確な実際の温度のモニタができないという大きな問題があつた。

【0012】これらの温度モニタは、被熱処理基板の1点モニタあるいは設定された領域の平均的な部分のモニタとなっているが、実際の被熱処理基板にある温度分布の1点または上記平均的な部分しか評価できていない。このような方法で被熱処理基板全体の温度をモニタするには、基板の温度分布を均一にするしか方法はない。但し、このような方法を基板全体で実施すればそれは可能になるが、この方法では現実性がなく、ここでは考えに入れない。

【0013】温度均一性向上方法の問題点について、以下に述べる。まず、(8)、(9)の方法では、非常に大まかな温度分布改善になるが、細かな温度分布制御が不可能である。また、(10)の方法では、細かな温度分布も制御できるが、けがき線の幅によってより細かな温度分布がでてしまう。更に、(8)～(11)の方法では、ランプ寿命やランプ個体差によって変動する光強度分布を改善することが非常に困難となる。例えば、(11)の方法のけがき線を用いる場合には、ランプ交換毎にけがき線を追加しなければならず、その繰返しを続けるとけがき線による温度分布制御が困難となり、上記石英製の窓まで交換する必要がでてくる。このように、従来の被熱処理基板の温度分布を均一にする方法では、ランプの個体差による均一性の補正が非常に煩雑になるという問題がある。

【0014】本発明の目的は、実際の被熱処理基板の構造や膜構成の状態に左右されずに正確な温度モニタが可能で、かつ、熱処理温度分布の均一性向上が容易な枚葉式熱処理装置および熱処理温度モニタ方法を提供することにある。

### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、図1に示すように、被熱処理基板1の熱処理温度をモニタする温度測定端子が被熱処理基板に接しない部分に複数箇所設置され、それぞれの箇所の温度変化を計算機処理して実際の熱処理温度とし、その温度をフィードバックして加熱源2からのエネルギーを制御するような熱処理温度モニタ方法を採用する。ここで、上記温度測定端子の設置箇所は、枚葉式熱処理容器3の熱処理雰囲気導入部4の近傍5、容器3の熱処理雰囲気排気部6の近傍7、加熱源2と被熱処理基板1との間に構成されるエネルギー導入部8の中9、容器3の所定の箇所10、および、容器3内の所定の箇所11の複数箇所で、被熱処理基板1の周囲温度環境をモニタすることで、容器3内に

4

されるエネルギー導入部8の中9、容器3の所定の箇所10、および、容器3内の所定の箇所11の何れかから選ばれる。また、それぞれの温度測定端子の設置箇所の温度変化に加えて、容器3内の圧力および雰囲気の種類および流量の情報を考慮にいれて実際の熱処理温度を計算機処理する方法を採用する。

【0016】実際に計算機処理する場合には、予めそれぞれの温度測定端子の設置箇所の温度や容器内の圧力および雰囲気の種類および流量等の環境データと実際の熱処理温度との関係を計算機に記憶させておく必要がある。このような関係は図2に示すような方法で得ることが出来る。ここでは、基板温度、ガスおよび圧力等が予め設定された初期設定シーケンスに従って熱電対付きの被熱処理基板を加熱処理してデータを取り込む。その際に、それぞれの温度測定端子の設置箇所の温度や容器内の圧力および雰囲気の種類および流量等の環境データの他に加熱処理時の加熱源エネルギー(パワー)を情報として環境データ群に記憶させる。ここでは、初期設定シーケンスと得られた環境データとをセットで記憶させる。

20 このような手順の処理を異なる初期設定シーケンスで繰り返して種々の環境データを取り込み記憶させておく。

【0017】実際の熱処理を行う場合には、図3に示すように行う。行おうとする熱処理の設定シーケンスに基づきそのシーケンスに合った環境データをメモリから読み込む。ここで設定したシーケンスが初期設定に無い場合には、メモリ内のデータを用いて設定シーケンスに合った環境データを計算機処理で作成し、それを実際の加熱処理に用いる。次に、計算機処理により実際の環境データと比較して加熱に必要なパワーを求める。この時点で熱処理が開始され、その処理により変化した環境データを基に新たなパワー設定を行って処理を進める。

【0018】また、本発明では、被熱処理基板1の均一な温度モニタを実現するために、新たに被熱処理基板1内の温度分布を均一にするための、加熱源2からのエネルギー分布を補正するためのエネルギー導入部8の上にエネルギー導入分布の制御が可能なエネルギー透過率を変えたエネルギー導入部12を設ける。このようにして被熱処理基板1の熱処理温度分布は均一なものとして扱い、被熱処理基板1の周囲の温度環境をこのような温度測定端子からの情報によって判断する。

### 【0019】

【作用】図1に示すように、被熱処理基板1の熱処理温度をモニタする温度測定端子が被熱処理基板に接しないため、被熱処理基板1の構造や膜構成に左右されることがない。また、枚葉式熱処理容器3の熱処理雰囲気導入部4の近傍5、容器3の熱処理雰囲気排気部6の近傍7、加熱源2と被熱処理基板1との間に構成されるエネルギー導入部8の中9、容器3の所定の箇所10、および、容器3内の所定の箇所11の複数箇所で、被熱処理基板1の周囲温度環境をモニタすることで、容器3内に

設置された直後の被熱処理基板1の状態までモニタできるので供給エネルギーの初期状態も設定できる。さらに、容器3内の圧力および雰囲気の種類および流量の情報もモニタすることでより正確な環境モニタが可能となる。

【0020】このような温度および雰囲気の情報を、加熱源2からのエネルギーを制御できる主計算機に送り、計算処理をすることで被熱処理基板1の実際の温度を瞬時に判断できるようになる。この被熱処理基板1の実際の温度の判断は、図2を用いて説明したように、予め組み入れられた各環境モニタの情報と予め組み入れられた被熱処理基板1の温度との相関から求めて行うことができる。

【0021】また、処理中の環境データと設定シーケンスとの間でこのような相関が得られなくなった場合、加熱源のエネルギーが変動していると判断できるため加熱源の寿命モニタも可能となる。従って、加熱源を交換したのち、前回の加熱源を用いたときのパワーから変動した分を補正することにより、前回の環境データをそのまま用いることが出来る。このような加熱源を交換した場合、図2で説明したような初期設定シーケンス処理を1回行えばパワー変動分を補正できる。

【0022】尚、この予め組み入れられた各環境モニタの情報と予め組み入れられた被熱処理基板1の温度との相関は、被熱処理基板1内の温度分布を均一にした上で行う。これにより被熱処理基板の温度分布を均一なものとして取扱うことができ、より高精度の環境モニタが可能となる。その際、加熱源2からのエネルギー分布を補正するためのエネルギー導入部のエネルギー導入分布の制御が可能なエネルギー透過率を変えたエネルギー導入部12を設けることにより、被熱処理基板1の温度分布を簡単に制御できるようになる。このように簡単に温度分布を制御できるので、このような加熱源（例えばランプ）の交換に伴う加熱源の固体差を補正するのが簡単になる。

### 【0023】

【実施例】以下、本発明の実施例を図4ないし図10を用いて説明する。

【0024】本発明を実施した枚葉式熱処理装置の熱処理容器の構造および容器に付随する各部品の配置図を図4に示す。容器を構成する部品は大きくステンレス製箱16と加熱用ランプからの光を導入する石英製窓17から構成される。まず、ステンレス製箱16には、被熱処理基板18を支持する四つの石英製ピン19、容器内に雰囲気ガスを導入する四つのガス導入部20、容器内からガスを排気したり容器内を真空排気できる四つのガス排気部21、容器内の圧力計測部22、水冷されたステンレス製箱16に埋め込まれた四つの熱電対23、容器内の温度を測定する四つの熱電対24、上記ガス導入部近傍に設置された四つの熱電対25、および、上記ガス排気部近傍に設置された四つの熱電対26を設けた。

【0025】また、ステンレス製箱16にシールを介し

て設置される石英製窓17は、容器内の圧力変化に耐えられるように厚い（2cm）の石英板27とランプ光強度分布を制御するように光の透過度分布を持つ均一性制御窓28の2枚で構成される。なお、上記厚い石英板27には、石英板27の温度測定のために四つの熱電対29を埋め込んだ。ここで、厚い石英板27に埋め込まれた熱電対29は、被熱処理基板18へのランプ光を遮らないように配置した。

【0026】石英ピン19は、ピン自身による被熱処理基板18の温度変動がないように非常に細い（0.5mmφ）ものとした。また、ガス導入部20は、図5に示すように、制御用の計算機からの信号でガスの切り換えができる、かつ、マスフロー制御ができるようにして、ガス種類とガス流量を判断している。圧力計測部22には、大気圧以上でも大気圧以下でも圧力が測定できるように2種類のセンサを設け、その情報を制御用計算機30に転送している。

【0027】ステンレス製箱16に埋め込まれた熱電対23は、保護用の石英管の中に埋め込み、その端子は、制御用の計算機30に接続している。また、他の熱電対も、熱電対からの金属汚染が無いよう保護用の石英管に埋め込み、これらの端子も上記と同様計算機30に接続している。このような環境情報を判断して実際の被熱処理基板18の温度を計算機30内部で求め、それをランプ31の光強度を制御する電源部32にフィードバックをかける。

【0028】均一性制御窓28は、図6に示すように、被熱処理基板18の処理温度が均一になるようにランプ光の透過度分布を持っている。なお、この透過度は、図7に示すように均一性制御窓28を研磨する研磨剤の粒径により制御した。この透過度制御では、透過度を5～100%の範囲で制御できる。この様な透過度制御は、液晶板の水冷できるようにして石英板で挟みこんだものでも可能であった。この均一性制御窓28を用いて被熱処理基板16に到達するランプ光強度分布を変えて、被熱処理基板18の温度分布を均一にした。具体的な均一性は、6インチ基板内で±2°C以内である。

【0029】この装置を用いて、まず、熱電対を埋め込んだ種々の構造および種々の積層膜を有する被熱処理基板18を熱処理し、図8ないし図10に示すように様々な状況下で環境モニタの情報を計算機30に取り込み、基礎データとした。

【0030】図8は、ガス種、ガス流量および圧力を一定にして、第1の初期設定シーケンスである温度シーケンス33の処理を複数回繰り返したときのランプエネルギーやそれぞれの箇所での温度の変化を示したものである。1回目の処理の場合34を基準に処理回数が増えるに従いランプエネルギーやそれぞれの箇所での温度は35、36、37の順で変化していく。

【0031】また、他の初期設定シーケンスとして、図

9に示すように温度シーケンス38の場合も同様に基礎データを取り込んだ。ここで、図9もガス種、ガス流量および圧力を一定にした。

【0032】さらに、図10に示すように、初期シーケンスで温度シーケンス43は図9と同じようにし、ガス流量を多くした場合44、被熱処理基板が加熱しにくくなるためより大きなランプエネルギーを必要とし、また、被熱処理基板が加熱しにくくなる分それぞれの箇所の温度上昇が大きくなる。また、圧力を下げて熱処理を実施した場合45、ガスによる熱伝導が無い分被熱処理基板が加熱しやすくなるためより小さなランプエネルギーで済み、また、その分それぞれの箇所の温度上昇も小さい。このような様々な初期設定シーケンスで基礎データを取り込んでいる。尚、この実施例では、被熱処理基板18の構造および積層膜を変えて、実際の温度と環境モニタの情報に差は見られなかった。

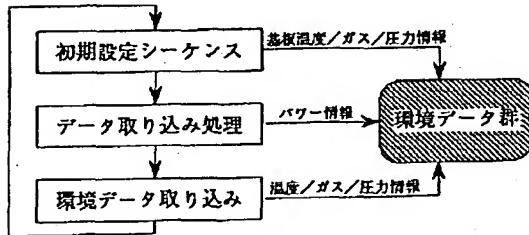
【0033】本実施例によれば、実際の被熱処理基板の構造や膜構成の状態に左右されずに正確な温度モニタが可能になった。また、熱処理温度分布の均一性向上が容易になり、均一かつ高精度の温度制御ができる枚葉式熱処理装置を得ることができた。さらに、この装置を用いて半導体装置を製造することにより、特性のばらつきの少ない半導体装置を得ることができ、従来に比べて一段と歩留りが向上できた。

#### 【0034】

【発明の効果】本発明によれば、実際の被熱処理基板の構造や膜構成の状態に左右されずに正確な温度モニタが可能になり、均一な熱処理が可能になるので、従来に比べて熱処理の高精度化に効果がある。これは、将来の半

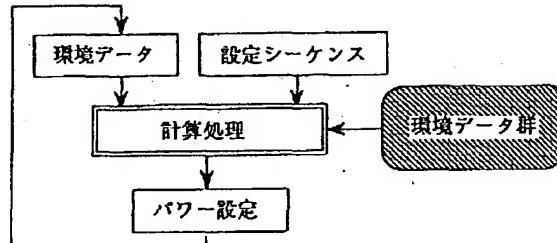
【図2】

図2



【図3】

図3



導体装置製造プロセスの枚葉処理化に大きく貢献できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の説明図。

【図2】本発明における環境データ取り込み方法の説明図。

【図3】本発明における実際の熱処理時の計算機処理内容の説明図。

【図4】本発明の実施例である枚葉式熱処理装置の熱処理容器の斜視図。

【図5】本発明の実施例である枚葉式熱処理装置の環境モニタ・温度制御図。

【図6】枚葉式熱処理装置に用いた均一性制御窓の透過率分布図。

【図7】均一性制御窓の透過率とそれを研磨する研磨剤の粒径との関係図。

【図8】初期設定シーケンスに基づいたランプエネルギーおよび複数箇所での温度特性図。

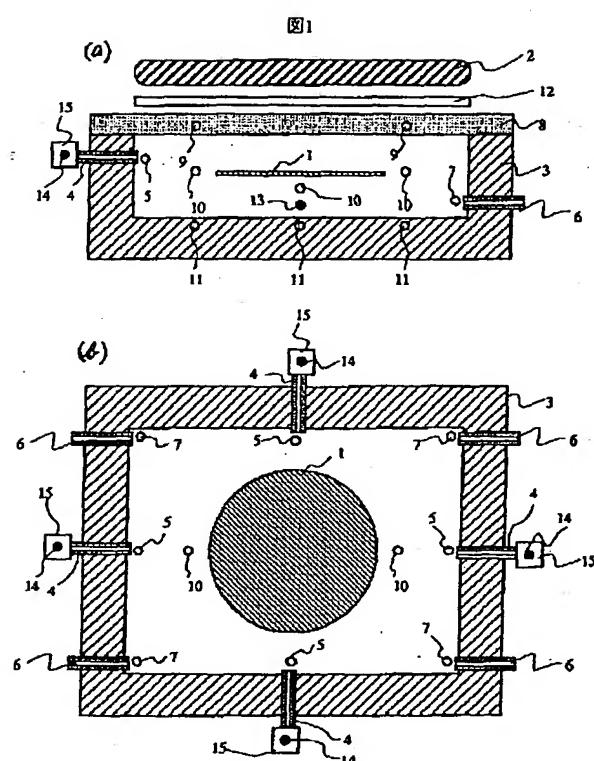
【図9】初期設定シーケンスに基づいたランプエネルギーおよび複数箇所での温度特性図。

【図10】ガス流量およびガス圧力をえた場合のランプエネルギーおよび複数箇所での温度特性図。

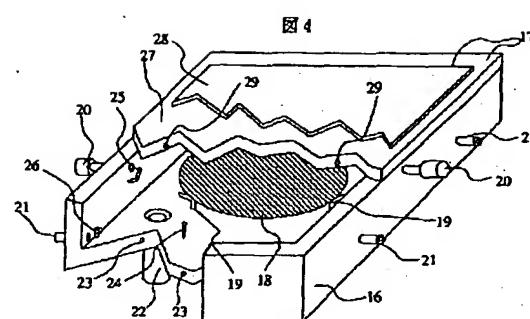
#### 【符号の説明】

1…被熱処理基板、2…加熱源（ランプ）、3…熱処理容器、4, 5, 7, 9, 10, 11…温度測定端子、6…ガス排気部、8…エネルギー導入部（石英板）、12…均一性制御窓、13…圧力測定部、14…ガス種切り替え部、15…ガス流量設定部。

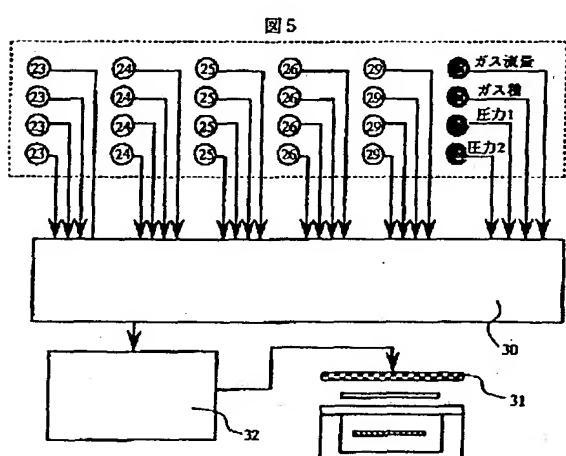
【図1】



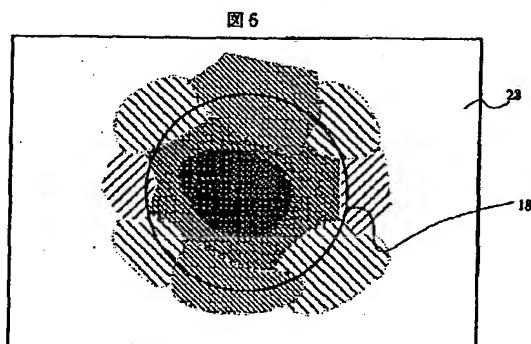
【図4】



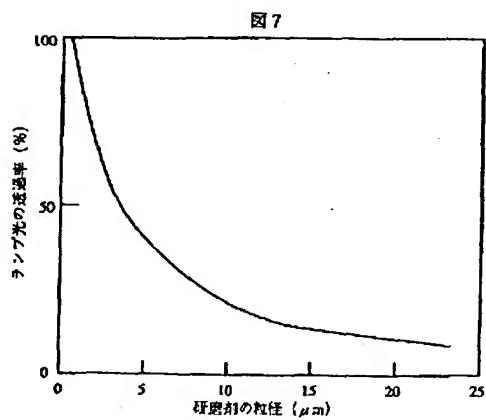
【図5】



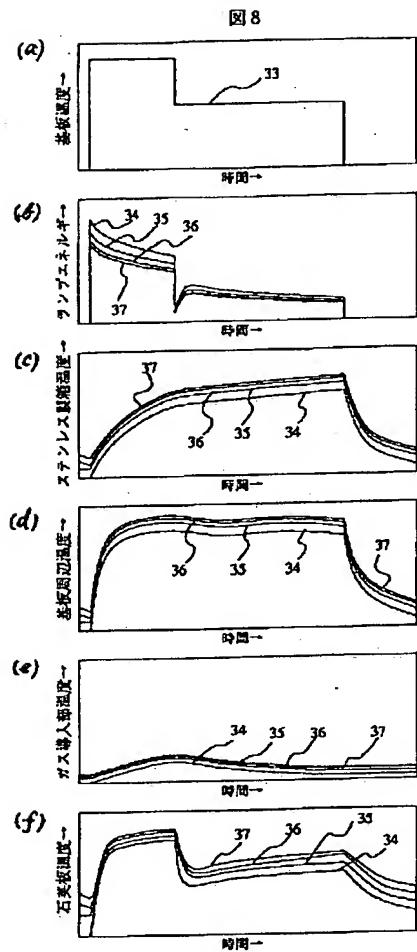
【図6】



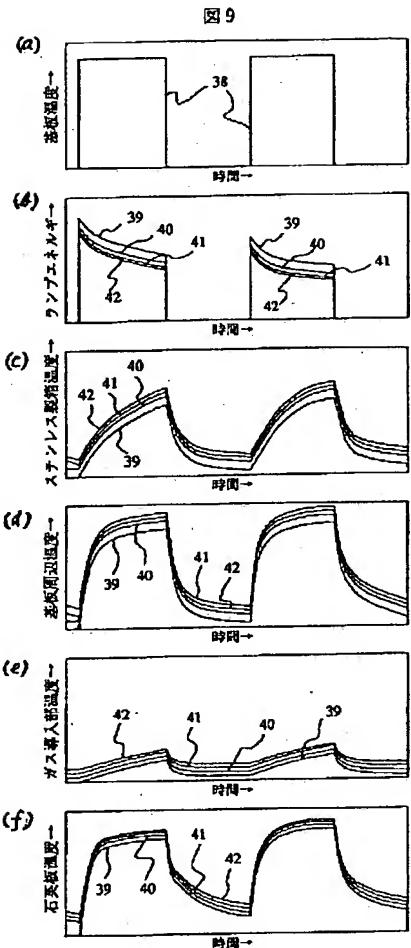
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

